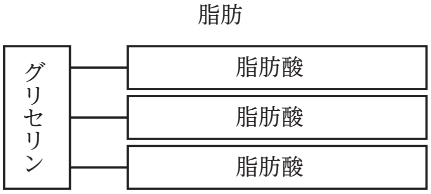
PART4　さまざまな呼吸基質

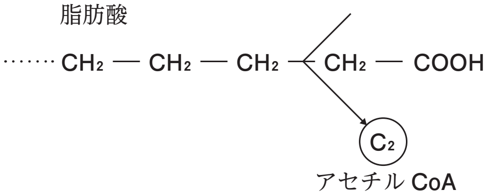
目標
・脂肪やタンパク質を基質とした呼吸の過程を理解する。
・呼吸商の計算問題に対応できるようになる。

Chapter1　さまざまな呼吸基質

◆ 脂肪

食物に含まれる脂肪は，胆汁によって乳化された後，すい液に含まれる消化酵素リパーゼによって，**グリセリン**と**脂肪酸**に分解されて，体内に吸収される。グリセリンは C_3 化合物として解糖系に入り，ピルビン酸となる。脂肪酸は **β 酸化**とよばれる過程で C_2 化合物となり，アセチル CoA としてクエン酸回路に取り込まれる。

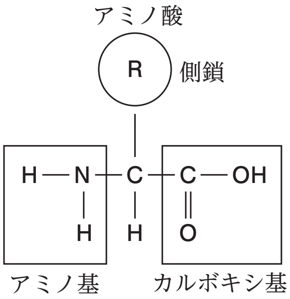


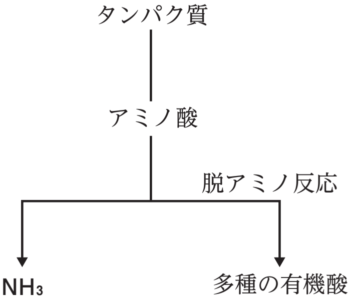


◆ タンパク質

食物に含まれるタンパク質は，胃液の**ペプシン**，すい液の**トリプシン**，小腸の**ペプチダーゼ**によってアミノ酸にまで分解されて，体内に吸収される。

アミノ酸が呼吸基質として用いられるときは，まず**脱アミノ反応**によってアミノ基が分断され（　　　　　　　）が生じる。アンモニアは肝臓で尿素に変換され，その後腎臓から排出される。アミノ基が取り除かれた他の部分は炭素数に応じて，クエン酸回路に入り，呼吸基質となる。





Chapter2　呼吸商

呼吸で排出された二酸化炭素の体積を，吸収した酸素の体積で割った値を（　　　　　）という。呼吸商を調べることで，どのような有機物を呼吸基質としていたか判断できる。

$$呼吸商=\frac{呼吸で排出されたCO_2}{呼吸で吸収された\ O_2}$$

呼吸基質	呼吸商
炭水化物（グルコース）	1.0
タンパク質（アミノ酸）	約 0.8
脂肪	約 0.7

・炭水化物（グルコース）の場合

$$C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 12H_2O \qquad 呼吸商\ \frac{6}{6}=1.0$$

・脂肪（トリパルミチン）

$$2C_{51}H_{98}O_6 + 145O_2 \rightarrow 102CO_2 + 98H_2O \qquad 呼吸商\ \frac{102}{145}\fallingdotseq 0.7$$

・タンパク質（ロイシン）

$$2C_6H_{13}O_2N + 15O_2 \rightarrow 12CO_2 + 10H_2O + 2NH_3 \qquad 呼吸商\ \frac{12}{15}=0.8$$

◆ さまざまな呼吸商

種子は蓄積してある有機物を基質にして呼吸する。イネの種子は炭水化物を，ダイズはタンパク質を，ゴマは脂質を養分として貯蔵している。

草食動物は炭水化物をエネルギー源としているため呼吸商は大きいが，雑食から肉食となるにつれて，小さくなる。

種子	呼吸商
イネの発芽	1.0
ダイズの発芽	0.8
ゴマの発芽	0.7

動物	呼吸商
ウシ	0.96
ヒト	0.89
ネコ	0.74

まとめ

・脂肪はグリセリンと脂肪酸として，アミノ酸は脱アミノ反応を経て代謝される。
・呼吸商の値から，呼吸に用いた有機物を判断することができる。

Chapter3　演習問題

問　グルコースの分解によってATPが合成される。まず解糖系により，1分子のグルコースは２分子の（　ア　）に分解され，ミトコンドリアに運ばれて，クエン酸回路に入る。この回路において，大量の還元型補酵素である（　イ　）や（　ウ　）がつくられ，これらは（　エ　）系において，ATP合成に使われる。

脂肪は，（　オ　）と（　カ　）に分解される。タンパク質は有機酸とアンモニアに分解され，アンモニアは肝臓において無害な（　キ　）になり，腎臓から体外へ排出される。

炭水化物・タンパク質・脂肪のような，呼吸によって分解される物質を呼吸基質といい，呼吸基質の割合を知るときには，呼吸商が目安となる。

⑴　文中の（　ア　）～（　キ　）に入る適切な語句を答えよ。

⑵　呼吸に利用される有機物が炭水化物，脂肪である場合の反応式を以下に示す。反応式内の㈠～㈤に入る適切な数値を答えよ。

炭水化物　$C_6H_{12}O_6$ ＋ (あ) H_2O ＋ (い) O_2 ⟶ (う) CO_2 ＋ $12H_2O$

脂肪　$2C_{57}H_{110}O_6$ ＋ (え) O_2 ⟶ (お) CO_2 ＋ $110H_2O$

＜ Note ＞

第7講　PART4　確認問題

問 1　炭水化物以外にも脂肪やタンパク質も呼吸基質となる。

脂肪が呼吸基質となる場合，消化酵素である（　ア　）によって，（　イ　）と脂肪酸に分解される。脂肪酸は(a)ある過程を経て，アセチル CoA として（　ウ　）に取り込まれる。

タンパク質が消化吸収される場合，さまざまな臓器から分泌される(b)消化酵素によって，アミノ酸にまで分解される。

(1)　文中の（　ア　）に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　アミラーゼ　　②　ラクターゼ
③　ペプシン　　④　リパーゼ

(2)　文中の（　イ　）に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　グルコース　　②　スクロース
③　グリセリン　　④　ブドウ糖

(3)　下線部(a)について，この過程の名称として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　脱アミノ反応　　②　光リン酸化
③　β 酸化　　④　窒素同化

(4)　文中の（　ウ　）に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　解糖系　　②　クエン酸回路
③　電子伝達系　　④　カルビン回路

(5) 下線部(b)について，タンパク質を分解する消化酵素として適当でないものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① ペプシン　② トリプシン
③ マルターゼ　④ ペプチダーゼ

(6) アミノ酸が呼吸基質として用いられるとき，アミノ基が分断されてアンモニアを生じるが，この過程を何というか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① 脱アミノ反応　② 光リン酸化
③ β酸化　④ 窒素同化

問2 呼吸商は，呼吸基質によって一定の値になる。これについて，次の問いに答えよ。

(1) タンパク質の呼吸商の数値として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① 0.7　② 0.8
③ 0.9　④ 1.0

(2) 次の反応式で表される呼吸商の数値の計算の仕方として最も適当なものを，後の①～④のうちから一つ選べ。

$$2C_{57}H_{110}O_6 + 163O_2 \rightarrow 114CO_2 + 110H_2O$$

① 114 ÷ 163　② 163 ÷ 114
③ 110 ÷ 163　④ 163 ÷ 110

第７講　代謝

PART1　代謝とエネルギー

問１　(ア) ①　(イ) ④　(ウ) ③　(エ) ①　(オ) ②

問２　④

PART2　異化-発酵

(1)　(ア) ④　(イ) ①　(ウ) ⑤　(エ) ⑥

(2)　酵母：アルコール発酵　乳酸菌：乳酸発酵

PART3　異化-呼吸

(1)　(ア) 水　(イ) オキサロ酢酸　(ウ) 酸化的リン酸化

(2)　②

(3)　NAD^+

(4)　マトリックスから，内膜と外膜の間に運ばれる。

PART4　さまざまな呼吸基質

(1)　(ア) ピルビン酸　(イ) NADH　(ウ) $FADH_2$
(エ) 電子伝達系　(オ) グリセリン
(カ) 脂肪酸　(キ) 尿素　（イ・ウ・オ・カ順不同）

(2)　(あ) 6　(い) 6　(う) 6　(え) 163　(お) 114

PART5　光合成と光合成色素

問１　[1]：③　[2]：③　[3]：④

問２　A：クロロフィルｂ　B：カロテン　C：クロロフィルａ

PART6　光合成のしくみ

⑴　㈎ 光合成色素　㈏ 水　㈐ 酸素　㈑ ATP 合成酵素

㈒ ルビスコ　㈓ カルビン回路

⑵　ストロマ

⑶　ⅰ：5　ⅱ：3

PART7　さまざまな炭酸同化

問１　㈎ バクテリオクロロフィル　㈏ カルビン　㈐ 化学合成

問２　⑴ 6分子　⑵ H_2S　⑶ シアノバクテリア

問３　①，③

第 7 講　PART4　確認問題　解答

問 1

(1)　④

解説：
脂肪は胆汁によって乳化された後，すい液に含まれるリパーゼにより分解される。

(2)　③

解説：
脂肪がリパーゼによってグリセリンと脂肪酸に分解されると，グリセリンは C_3 化合物として解糖系に入る。

(3)　③

解説：
脂肪酸の端から炭素 2 個を含む部分が切り取られて C_2 化合物となり，これがコエンザイム A と結合してアセチル CoA となる。この過程を β 酸化という。

(4)　②

解説：
リパーゼによって分解されて生じた脂肪酸は，C_2 化合物となり，アセチル CoA としてクエン酸回路に取り込まれる。

(5)　③

解説：
タンパク質は，胃液のペプシン，すい液のトリプシン，小腸のペプチダーゼによってアミノ酸にまで分解されて，体内に吸収される。

(6)　①

解説：
アミノ酸は，脱アミノ反応によりアンモニアを生じ，その他の部分は炭素数に応じてクエン酸回路に入り，呼吸基質となる。

問２

(1)　②

解説：
呼吸商の値は呼吸基質によって決まっており，炭水化物が 1.0，タンパク質が 0.8，脂肪が 0.7 に近い値になる。

(2)　①

解説：
呼吸で排出された二酸化炭素の体積を吸収した酸素の体積で割った値を，呼吸商という。